53 个猕猴桃品种（品系）亲缘关系的 SCoT 分析

齐贝贝,王发明,莫权辉,叶开玉,龚弘娟 ,刘平平,蒋桥生,李洁维*
（广西植物功能物质研究与利用重点实验室，
广西壮族自治区
中国科学院
广西植物研究所，广西 桂林 541006）

摘 要：现有主流猕猴桃品种的遗传背景相对单一，亲本来源地理分布狭窄，亲缘关系不清晰。为充分利用杂种优势，该研究以广西植物研究所猕猴桃种质资源圃收集的 53 个猕猴桃品种（品系）叶片为材料，使用 SCoT 分子标记，进行遗传多样性分析。结果表明：10 条引物在 53 份猕猴桃供试材料中共扩增出 110 条带，各引物扩增的条带在 8~15 条之间，引物平均扩增条带数为 11 条；其中多态性条带 101 条，引物平均扩增多态性条带数为 10.1 条，多态性比例为 91.81%。聚类分析显示猕猴桃品种（品系）没有按类型、倍性或选育地等形成明显有规律的聚类关系。但相对来说，同一杂交后代个体之间的亲缘关系比亲本与后代个体之间的亲缘关系更近；芽变品种与原品种并没有表现出特别近的遗传距离，说明芽变材料的突变可能在基因组或染色体层面发生了较大范围的重组、复制或丢失；‘楚红’‘桂红’‘湘吉红’和‘龙藏红’4 个红肉品种与‘红阳’亲缘关系明显较远，说明其可能由不同亲本衍生而来；初步验证了 ‘桂海四号’可能为‘Hort16A’亲本之一的推测。

关键词：猕猴桃品种,中华猕猴桃,亲缘关系,SCoT 分子标记
中图分类号：S663.4

The genetic diversity of 53 kiwifruit cultivars of *Actinidia chinensis* using SCoT markers

QI Beibei, WANG Faming, YE Kaiyu, GONG Hongjuan, MO Quanhui, LIU Pingping, JIANG Qiaosheng, LI Jiewei*

(*Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization，Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences，Guangxi Institute of Botany,* Guangxi Guilin, 541006)

Abstract: The genetic background of the existing mainstream kiwifruit varieties is relatively single, the geographical distribution of parental origin is narrow, the relationship is not clear. In order to make full use of heterosis, the leaves of 53 kiwi varieties (strains) collected from the germplasm resource garden of Guangxi Institute of Botanical were used as materials in this study. SCoT molecular marker was used for genetic diversity analysis. The results showed that : article 10 primers kiwi in 53 of the communist party of China, the amplification out 110 bands, each primer amplification bands between 8-15, amplification bands per primer for 11; Article 101 polymorphism bands, article amplification polymorphism bands per primer was 10.1, the polymorphism proportion is 91.81%, the results show that kiwi fruit varieties (strains) not by type, times or breeding ground form such as obvious regular clustering relations. But relatively speaking, the same hybrids individual than the genetic relationship between parent and offspring closer relationships between individuals; Bud mutation varieties as the original does not appear very close genetic distance, that bud mutation material mutations could occur in the genome or chromosome level for major restructuring, duplicate or missing; ‘Chuhong’ ‘Guihong’

收稿日期：2020-06-17
基金项目:国家自然科学基金（32060643，32060666）；现代农业产业技术体系广西创新团队建设专项（nycytxgxcxtd-13-1）；广西科技重大专项（桂科 AA17204097-10）；广西植物研究所基本业务费（桂植业 21008）。[Supported by the National Natural Science Foundation of China (32060643, 32060666); Major Projects Of Guangxi Innovation Team Builing In The State Modern Agricultural Induantry Technology System (nycytxgxcxtd-13-1); Major Projects Of Guangxi Science And Technology(AA17204097-10);Fundamental Research Fund of GXIB（21008）]
作者简介:齐贝贝（1992-），硕士，研究实习员，主要研究方向为果树遗传育种，（E-mail）286871681@qq.com。
通讯作者:李洁维，学士，研究员，研究方向为果树引种栽培，（E-mail）lijw@gxib.cn。

‘Xiangjihong’ and ‘Longzanghong’ four varieties of red meat and the ‘Hongyang’ significantly more distant relatives, it may be derived from different parent; Preliminary validation ‘Guihai No.4’ may be ‘Hort16A’ is one of the parents.

Key words: kiwifruit cultivars，*Actinidia chinensis*，genetic relationship，SCoT molecular marker

猕猴桃是多年生雌雄异株落叶藤本植物，属于猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia* Lindl.)，最新的分类系统将其划分成包括 54 种和 21 个变种在内的 75 个分类单元（李瑞高等，1998），该分类中把中华猕猴桃(*A.chinensis* var. *chinensis*)和美味猕猴桃 (*A. chinensis* var. *deliciosa*)统一归为中华猕猴桃种（*A. chinensis*）下的两个变种。猕猴桃因其独特的风味，富含维生素 C、膳食纤维、多种矿质营养和美容保健等功效而得到广泛青睐，享有“水果之王”的称号（陈清硕, 1998）。目前大部分主流商业品种为中华猕猴桃种类。中华猕猴桃种类（*A. chinensis*）因其卓越的口感和较好的经济园艺性状而具有重要的育种价值。目前市场上大部分主流品种，除部分软枣类（*A. arguta*）品种外，主要通过野生收集筛选、实生选育或种内杂交而来, 亲本来源不清，不利于对品种的保护和利用。

目标起始密码子多态性分子标记(start codon targeted polymorphism，SCoT)是 Collard & Mackill (2009)在水稻中提出的一种基于 SRAP 的新型目的基因的分子标记技术，该技术兼具了 ISSR 和 RAPD 两种标记的优点，以其使用方便、多态性强等特点，广泛用于种质资源遗传多样性与亲缘关系分析、种质鉴定和遗传图谱构建等方面（陈伯伦等，2018；龙治坚等，2015；熊发前等，2009），且在品种鉴别和进化分析上可能更有优势（王发明等，2017）。近年来，SCoT 标记已经广泛应用于龙眼(陈虎等, 2009)、芥蓝(史卫东等, 2015)、猕猴桃(陈伯伦等, 2018)、君迁子(Yang et al., 2015) 、梨(和世玉等, 2016)、油菜(张羽等, 2015) 和西瓜(杨静等, 2016)等多种园艺植物，用于鉴定种质资源、分析亲缘系谱、研究群体的遗传多样性、构建遗传连锁图谱以及植物基因定位等研究(陈伯伦等, 2018)。近年来人们也使用各种类型分子标记对猕猴桃品种的遗传多样性进行了研究（贾冰，2005；张安世等，2017；张安世等，2018；Zhang et al., 2017；张慧等，2018），但是普遍存在使用的品种过少，代表性不强的问题，主要原因是收集的品种资源有限，无法进行较大规模的鉴定和分析现有主流品种的遗传背景及明确其亲缘关系，进而不利于充分利用现有猕猴桃资源。广西植物研究所于 1976 年开始猕猴桃的分类学研究和野生种质资源和栽培品种的调查、收集和保存，目前已建立了较大规模的猕猴桃种质资源圃（Li et al., 2000；Datson et al., 2011），收集有 40 余个种类，60 余个国内外栽培品种（品系）。这为开展本研究提供了丰富的试验材料。

本研究针对现有主流猕猴桃品种的遗传背景相对单一，亲本来源地理分布狭窄（Li et al., 2010），亲缘关系不清晰，不利于充分利用杂种优势等不足，对广西植物研究所猕猴桃品种资源圃收集的 53 个猕猴桃类品种（品系）进行遗传多样性评价，明确其亲缘关系，为下一步充分利用各自品种的优势园艺性状，通过基因聚合，选育优异猕猴桃品种。以及为猕猴桃类品种资源的鉴定、利用及杂交育种亲本的选配和品种权的保护等方面提供理论参考依据。对种或变种间的亲缘关系，品种间的杂交和品种的鉴定、保护提供更细致的分子生物学依据。

1. 材料与方法

1.1 实验材料

供试材料收集于广西植物研究所猕猴桃种质资源圃，其中包括 51 个中华类猕猴桃品种/品系（含有 28 份中华猕猴桃变种(*A. chinensis* var. *chinensis*)和 23 份美味猕猴桃变种 (*A. chinensis* var. *deliciosa*）和 2 个毛花类（*A. eriantha*）品种‘华特’和 ‘桂翡’(表 1)。采取猕猴桃植株一年生枝上的嫩叶，置于硅胶中干燥和保存备用。

表 1 实验用 53 份猕猴桃品种（品系）材料

Table 1 Fifty-three kiwifruit cultivars used in this study

序 号 No.	品种（品系） Cultivars	物种 Species	来源 Origin	倍性 Ploidy
1	‘红阳’ ‘Hongyang’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国四川 Sichuan, China	2
2	‘桂翡’ ‘Guifei’	毛花猕猴桃 *A. eriantha*	中国广西 Guangxi, China	2
3	‘秋香’ ‘Qiuxiang’	美味猕猴桃 *A. chinensis* var. *deliciosa*	中国陕西 Shaanxi, China	6
4	‘金玉’ ‘Jinyu’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国湖北 Hubei, China	2
5	‘金农’ ‘Jinnong’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国湖北 Hubei, China	2
6	‘金阳’ ‘Jinyang’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国湖北 Hubei, China	4
7	‘Hort 16A’ ‘Hort 16A’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	新西兰奥克兰 Auckland， New Zealand,	2
8	‘脐红’ ‘Qihong’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国陕西 Shaanxi, China	2
9	‘东红’ ‘Donghong’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国湖北 Hubei, China	2
10	‘西选 12 号’ ‘Xixuan No.12’	美味猕猴桃 *A. chinensis* var. *deliciosa*	中国陕西 Shaanxi, China	6
11	‘桂红’ ‘Guihong’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国广西 Guangxi, China	4
12	‘红什 2 号’ ‘Hongshi No.2’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国四川 Sichuan, China	2
13	‘金桃’ ‘Jintao’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国江西 Jiangxi, China	4
14	‘桂海 4 号’ ‘Guihai No.4’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国广西 Guangxi, China	2
15	‘翠香’ ‘Cuixiang’	美味猕猴桃 *A. chinensis* var. *deliciosa*	中国陕西 Shanaxi, China	6
16	‘和平 2 号’ ‘Heping No.2’	美味猕猴桃 *A. chinensis* var. *deliciosa*	中国广东 Guangdong,China	6
17	‘龙藏红’ ‘Longzanghong’	美味猕猴桃 *A. chinensis* var. *deliciosa*	中国湖南 Hunan, China	—
18	‘米良一号’ ‘Miliang No.1’	美味猕猴桃 *A. chinensis* var. *deliciosa*	中国湖南 Hunan, China	—
19	‘黄肉红心’ ‘Huangrouhongxin’	中华猕猴桃 *A. chinensis* var. *chinensis*	中国贵州 Guizhou, China	—

20	‘金艳’	中华猕猴桃	中国武汉	4
	‘Jinyan’	*A. chinensi* var. *chinensis*	Wuhan, China	
21	‘魁蜜’	中华猕猴桃	中国江西	4
	‘Kuimi’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Jiangxi, China	
22	‘红昇’	中华猕猴桃	中国河南	—
	‘Hongsheng’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Henan, China	
23	‘哑特’	美味猕猴桃	中国陕西	6
	‘Yate’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Shaanxi, China	
24	‘徐香’	美味猕猴桃	中国江苏	6
	‘Xuxiang’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Jiangsu, China	
25	‘秦星’	美味猕猴桃	中国陕西	6
	‘Qinxing’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Shaanxi, China	
26	‘袖珍香’	中华猕猴桃	中国陕西	2
	‘Xiuzhenxiang’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Shaanxi, China	
27	‘金魁’	美味猕猴桃	中国湖北	6
	‘Jinkui’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Hubei, China	
28	‘红阳♂’	中华猕猴桃	中国四川	—
	‘Hongyang♂’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Sichuan, China	
29	‘ZY-1’	美味猕猴桃	中国广西	—
	‘ZY-1’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Guangxi, China	
30	‘翠玉’	中华猕猴桃	中国湖南	4
	‘Cuiyu’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Hunan, China	
31	‘皖金’	中华猕猴桃	中国安徽	2
	‘Wanjin’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Anhui, China	
32	‘实美’	美味猕猴桃	中国广西	6
	‘Shimei’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Guangxi, China	
33	‘秋艳’	美味猕猴桃	—	—
	‘Qiuyan’	*A. chinensis* var. *deliciosa*		
34	‘和平 1 号’	美味猕猴桃	中国广东	6
	‘Heping No.1’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Guangdong, China	
35	‘辰光’	美味猕猴桃	—	6
	‘Chenguang’	*A. chinensis* var. *deliciosa*		
36	‘华特’	毛花猕猴桃	中国浙江	2
	‘Huate’	*A. eriantha*	Zhejiang, China	
37	‘庐山香’	中华猕猴桃	中国江西	4
	‘Lushanxiang’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Jiangxi, China	
38	‘早鲜’	中华猕猴桃	中国江西	4
	‘Zaoxian’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Jiangxi, China	
39	‘和平 3 号’	美味猕猴桃	中国广东	6
	‘Heping No.3’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Guangdong, China	
40	‘海沃德’	美味猕猴桃	新西兰奥克兰	6
	‘Hayward’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Auckland， New Zealand	
41	‘楚红’	中华猕猴桃	中国湖南	4

	‘Chuhong’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Hunan, China	
42	‘秦秀’	美味猕猴桃	中国陕西	—
	‘Qinxiu’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Shaanxi, China	
43	‘海艳’	美味猕猴桃	中国江苏	—
	‘Haiyan’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Jiangsu, China	
44	‘湘吉红’	中华猕猴桃	中国湖南	2
	‘Xiangjihong’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Hunan, China	
45	‘金霞’	中华猕猴桃	中国江西	4
	‘Jinxia’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Jiangxi, China	
46	‘皖翠’	美味猕猴桃	中国安徽	—
	‘Wancui’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Anhui, China	
47	‘金丰’	中华猕猴桃	中国江西	4
	‘Jinfeng’	*A. chinensis*. var. *chinensis*	Jiangxi, China	
48	‘一串铃’	中华猕猴桃	中国陕西	—
	‘Yichuanling’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Shaanxi, China	
49	‘金硕’	美味猕猴桃	中国湖北	6
	‘Jinshuo’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Hubei, China	
50	‘丰悦’	中华猕猴桃	中国湖南	2
	‘Fengyue’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Hunan, China	
51	‘湘吉’	美味猕猴桃	中国湖南	—
	‘Xiangji’	*A. chinensis* var. *deliciosa*	Hunan, China	
52	‘豫皇一号’	中华猕猴桃	中国河南	—
	‘Yuhuang No.1’	*A. chinensis* var. *chinensis*	Henan, China	
53	‘Y-116’	美味猕猴桃	—	—
	‘Y-116’	*A. chinensis* var. *deliciosa*		

注：材料中的“—”表示来源/倍性不详。

1.2 DNA 提取

使用植物基因组 DNA 提取试剂盒（南京诺唯赞生物科技有限公司）提取 53 个供试猕猴桃材料的基因组 DNA，使用紫外分光光度法和琼脂糖电泳法检测其 DNA 质量，取一定量 DNA 稀释到 50 ng • μL^{-1}，用于 PCR 扩增，剩余 DNA 于-20 ℃冰箱保存备用。

1.3 引物筛选

使用的 SCoT 引物根据 Collard & Mackill（2009）公布的 36 条引物序列和 Luo et al.（2011）公布的 40 条引物序列进行合成。在 Bio-Rad S1000 PCR 仪上对所有引物进行筛选，最终筛选出扩增产物条带清晰、多态性好的 10 条 SCoT 引物（表 2），用于所有 DNA 样品的扩增。

1.4 PCR 反应与检测

SCoT 引物扩增的 20 μL 反应体系包括 2×Taq PCR Mix 10 μL，DNA (50 ng·μL^{-1}) 1.0 μL，10 μmol·L^{-1} 引物 0.6 μL，超纯水 8.4 μL。反应程序：94 ℃预变性 5 min; 94 ℃变性 1 min，50 ℃退火 1 min，72 ℃延伸 2 min，循环 35 次；72 ℃延伸 8 min。扩增完成后取 8 μL 扩增产物，使用 2%的琼脂糖电泳分离，在凝胶成像仪上观察并拍照保存（图 1）。

表 2 SCoT 引物序列及其扩增多态性

Table 2 Sequences and amplification efficiency of SCoT primers

SCoT 引物 SCoT primes	序列(5'-3') Sequence(5'-3')	扩增位点数 Total bands	多态位点数 Polymorphic bands	多态位点百分率 Percentage of polymorphic bands (%)
P1	CAACAATGGCTACCACCA	10	10	100
P3	CAACAATGGCTACCACCG	11	10	90.9
P4	CAACAATGGCTACCACCT	9	8	88.8
P8	CAACAATGGCTACCACGT	8	7	87.5
P11	AAGCAATGGCTACCACCA	11	10	90.9
P12	ACGACATGGCGACCAACG	15	14	93.3
P13	ACGACATGGCGACCATCG	11	10	90.9
P23	CACCATGGCTACCACCAG	13	12	92.3
P24	CACCATGGCTACCACCAT	12	11	91.7
P26	ACCATGGCTACCACCGTC	10	9	90.0
	总计 Total	110	101	—
	平均 Average	11	10.1	91.81

1.5 数据分析

人工统计 SCoT 扩增引物在琼脂糖凝胶上同一位置是否出现条带，有记为 1，没有记为 0。统计数据输入 Excel 表格，建立扩增谱带 0/1 矩阵数据库，使用 SPSS 19.0 软件进行系统聚类分析。

2. 结果与分析

2.1 引物扩增多态性分析

10 条引物在 53 份猕猴桃供试材料中共扩增出 110 条带，各引物扩增的条带在 8~15 条之间，引物平均扩增条带数为 11 条；其中多态性条带 101 条，引物平均扩增多态性条带数为 10.1 条，多态性比例为 91.81%（表 2）。

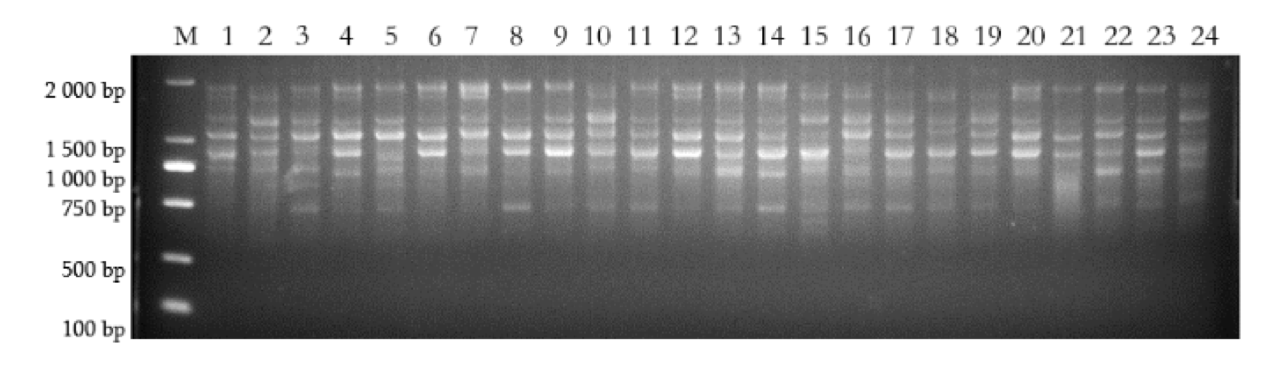


图 1 ScoT 引物 P8 对 1-24 号样品的扩增结果

Fig.1 Amplification profile of SCoT prime P8 with No. 1-24

2.2 聚类分析

如图 2 所示，53 个猕猴桃品种（品系）之间在阙值 22.5 和阙值 20 附近形成明显的聚类关系。以阙值 22.5 为界，可以把 53 份材料分成三类，其中‘和平 2 号’‘和平 1 号’‘和平 3 号’‘秋艳’‘秦秀’‘辰光’‘楚红’‘海艳’‘湘吉’‘金玉’‘庐山香’‘早鲜’‘秋香’‘桂翡’‘湘吉红’‘豫黄一号’‘皖翠’‘Y-116’‘金硕’‘海沃德’‘一串铃’‘丰悦’‘金霞’‘金丰’‘米良’‘哑特’‘翠香’

‘龙藏红’‘魁蜜’‘西选 12 号’‘金桃’‘桂红’和‘徐香’聚为一类；‘金魁’‘ZY-1’和‘华特’‘红阳’‘红阳♂’‘金艳’‘红昇’‘桂海四号’‘黄肉红心’‘脐红’‘金农’‘红什 2 号’‘金阳’‘东红’和‘Hort16A’聚为一类；‘秦星’‘皖金’‘袖珍香’‘翠玉’和‘实美’聚为一类。而使用阈值 20 可以进一步把 53 份猕猴桃材料分成 7 类，其中‘和平 2 号’‘和平 1 号’‘和平 3 号’‘秋艳’‘秦秀’‘辰光’‘楚红’‘海艳’‘湘吉’‘金玉’‘庐山香’‘早鲜’‘秋香’‘桂翡’聚为一类；‘湘吉红’‘豫黄一号’‘皖翠’‘Y-116’‘金硕’‘海沃德’‘一串铃’‘丰悦’‘金霞’‘金丰’聚为一类；‘米良一号’‘哑特’‘翠香’‘龙藏红’‘魁蜜’‘西选 12 号’‘金桃’‘桂红’‘徐香’聚为一类；‘金魁’‘ZY-1’和‘华特’聚为一类；‘红阳’‘红阳♂’‘金艳’‘红昇’‘桂海四号’‘黄肉红心’‘脐红’‘金农’‘红什 2 号’‘金阳’‘东红’和‘Hort16A’聚为一类；‘秦星’和‘皖金’聚为一类；‘袖珍香’‘翠玉’和‘实美’聚为一类。在以上分类中，种内层次显示，几个主要品种选育省份湖北、湖南、江西、陕西等的品种亲缘关系并没有表现出较强的相关性，而是在各自聚类类别中均有存在，可能是因为中华类猕猴桃品种的亲本来源遗传背景狭窄（不同地域育种人员选择相同或相近的育种亲本），或者说明猕猴桃种质资源在不同地域之间存在较广泛的遗传交流，对于是否存在生殖隔离，还有待于进一步研究。华特和桂翡作为毛花后代二者并没有明显的单独聚类，而与中华猕猴桃亲缘关系相对较近，中华种的多倍体植株基因组相对更复杂，变异程度更大，所以在使用的标记引物或者产生的多态性位点不够多的情况下，这种情况就很容易出现。要想最大程度地提高品种之间的鉴定效率和分辨率，简化基因组测序应该是一种更有效的方式。

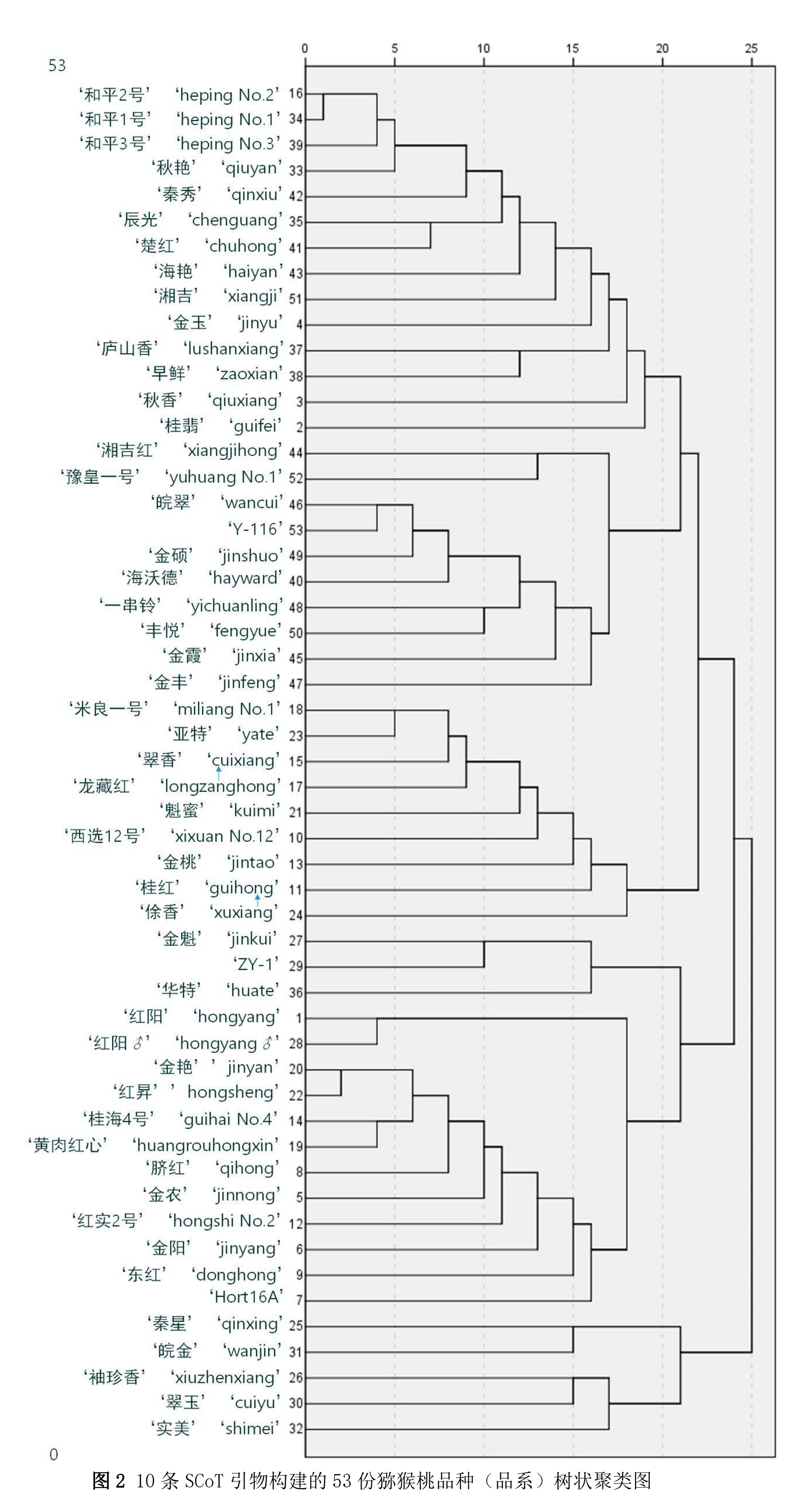


图 2 10 条 SCoT 引物构建的 53 份猕猴桃品种（品系）树状聚类图

Fig.2 Dendrogram of 53 kiwifruit cultivars constructed by 10 SCoT primes

3. 讨论与结论

本研究聚类结果显示，猕猴桃品种（品系）没有按类型、倍性或选育地等形成明显有规律的聚类关系，说明中华猕猴桃和美味猕猴桃相互间具有相似的遗传背景。该证据支持了（Li et al.,2007）等将中华猕猴桃和美味猕猴桃统一划分为中华猕猴桃（*A. chinensis*）的结论。本研究所用材料包含一定数量的红肉猕猴桃，作为一种具有很高的开发利用价值的猕猴桃种质资源，很有鉴定和保护的必要性。目前针对红肉品种的“身份”鉴定，部分科研人员意见不统一，有人以在 ‘红阳’品种选育之前少有关于其它红肉品种的报道为由，认为现有红肉品种主要由‘红阳’选育而来。本研究表明红肉品种‘红昇’ ‘脐红’ ‘红什 2 号’ ‘东红’和红心品系‘黄肉红心’与‘红阳’遗传距离较近。因为‘脐红’为‘红阳’的芽变材料（郁俊谊等，2015），‘红什 2 号’和‘东红’为‘红阳’的杂交后代（李明章等，2014；钟彩虹等，2016），‘红昇’和‘红阳’均来源于河南伏牛山的实生种子（刘健等，2016），‘黄肉红心’品系来自贵州，但亲本暂时来源不明，可能也是红阳的杂交后代之一。而‘楚红’（钟彩虹等，2005），‘湘吉红’（裴昌俊等，2011），‘龙藏红’（韩明丽等，2014）和‘桂红’均是由多个省份野外实生选育而来，与‘红阳’亲缘关系明显较远，说明其可能由不同亲本衍生而来。也说明红肉猕猴桃资源具也有丰富的遗传多样性，对更多优质红肉猕猴桃品种的选育十分有利。‘华特’作为毛花猕猴桃的一个品种（谢鸣等，2008），‘桂翡’也是毛花的实生后代（莫权辉等，2016），毛花猕猴桃虽然与中华猕猴桃分属不同种类，但是其种间亲缘关系相对较近（张安世等，2017；谢玥等，2018）。

‘Hort16A’是新西兰选育的优异黄肉猕猴桃品种，曾经为新西兰国际出口主要品种，每年创造出口收益数十亿元（Vanneste et al.,2017）。关于‘Hort16A’的选育亲本，认为是来自北京的猕猴桃母本和来自桂林的猕猴桃父本的杂交后代（Ferguson et al.,1999；Muggleston et al.,1998），我们推测母本之一是来自广西植物研究所的‘桂海四号’，因为广西植物研究所自 20 世纪 80 年代起就与新西兰 HortResearch（现 PFR，Plant and Food Research）公司有合作关系，并且对方对‘桂海四号’品种产生浓厚的兴趣。另外我们在‘桂海四号’的实生选育后代中筛选到诸多果型类似‘Hort16A’的后代单株。本研究初步验证了我们的推测，证明对国内植物资源进行保护的极端重要性。

参考文献：

CHEN BL, ZHANG J, HUANG JK, et al., 2018. Application of SCoT markers on genetic diversity analysis and variation identification of *Actinidia*[J]. J Agri Biotech, 26(1): 77-86. [陈伯伦，张晋，黄继魁，等，2018 . SCoT 分子标记在猕猴桃遗传多样性分析与变异鉴定上的应用[J]. 农业生物技术学报，26(1)：77-86.]

CHEN QS, 1998. King of fruit- Actinidia[J]. World Agric, (4):31. [陈清硕，1998，水果之王—猕猴桃[J]. 世界农业，(4)：31.]

DENG XX, WANG LR, LI SH, et al., 2019. Retrospection and prospect of fruit breeding for last four decades in China[J]. J Fruit Sci, 36(4): 514-520. [邓秀新，王力荣，李绍华，等，2019. 果树育种 40 年回顾与展望[J]. 果树学报，36(4)：514-520.]

FERGUSON AR, LOWE R, MCNEILAGE M, 1999. ‘Hort16A’: Un nuova kiwi a polpa gialla dalla Nuova Zelanda. Riv. Frutticolt. Ortofloricolt, 61:24–29.

HAN ML, ZHANG ZY, ZHAO G, et al., 2014. Research advance and prospect of red-fleshed kiwifruit breeding in China[J]. Northern Hortic, (1): 182-187. [韩明丽，张志友，赵根，等，2014. 我国红果肉猕猴桃育种研究现状与展望[J]. 北方园艺，(1)：182-187.]

JIA B, 2005. Study on germplasm resources and mutant SCAR marker in *Actinidia* by RAPD analysis[D]. Hefei: Anhui Angriculture University, 64. [贾兵，2005. 猕猴桃种质资源 RAPD 分析及芽变 SCAR 标记研究[D].合肥：安徽农业大学，64.]

LI MZ, DONG GY, ZHENG XQ, et al., 2014. A new red flesh kiwifruit cultivar ‘Hongshi 2’ [J]. Acta Hortic Sin, 41(10): 2153-2154. [李明章，董官勇，郑晓琴，等，2014. 红肉猕猴桃新品种‘红什 2 号’[J]. 园艺学报，

(10)：2153-2154.]

LI RG, LIANG MY, LI JW, et al.，1998. Breeding of kiwifruit ‘Guihai No. 4’ [J]. Guihaia，(3) :90－93. [李瑞高，梁木源，李洁维，1998.中华猕猴桃桂海 4 号选育研究[J].广西植物，（3）:90-93.]

LI D, ZHONG C, LIU Y, et al., 2010. Correlation between ploidy level and fruit characters of the main kiwifruit cultivars in China: implication for selection and improvement[J]. New Zeal J Crop Hort, 38(2): 137–145.

LI JQ, LI XW, SOEJARTO D., 2007. Actinidiaceae[M]// Wu ZY, Raven PH, Hong DY (eds.). Flora of China. Beijing：Science Press；St. Louis：Missouri Botanic Garden Press, 12：334-360.

LIU J, WANG YC, WU SQ, et al., 2016. Breeding and cultivation of a new variety of red-fleshed kiwifruit: Hongsheng[J]. Deciduous Fruits, 48(4): 26-29. [刘健，王彦昌，吴世权，等，2016. 红肉型猕猴桃新品种红昇的选育及栽培技术[J]. 落叶果树，48(04)：26-29.]

LONG ZJ, FAN LZ, XU G, et al., 2015, Application advance of SCoT molecular markers in plants[J]. J Plant Genet Resour, 16(2): 336-343. [龙治坚，范理璋，徐刚，等，2015. SCoT 分子标记在植物研究中的应用进展，植物遗传资源学报[J]. 16(2)：336-343.]

MO QH, LI JW, JIANG QS, et al., 2016. Selection and breeding of a new variety of kiwi fruit that is easy to peel—Guifei[J]. China Fruits, (5): 80-82.[莫权辉，李洁维，蒋桥生，等，2016. 猕猴桃易剥皮新品种‘桂翡’的选育[J]. 中国果树，(5)：80-82.]

MUGGLESTON S, MCNEILAGE M, LOWE R, et al., 1998. Breeding new kiwifruit cultivars: the creation of Hort16A and Tomua[J]. Orchardist NZ 71(8):38–40.

PEI CJ, LIU SB, XIANG YP, et al., 2011. Breeding and cultivation of a new variety of seedless *Actinidia chinensis*:Xiangjihong[J]. J Jishou Univ (Nat Sci Ed), 32(6): 87-88. [裴昌俊，刘世彪，向远平，等，2011. 中华无籽猕猴桃“湘吉红”新品种选育与栽培技术[J]. 吉首大学学报(自然科学版)，32(6)：87-88.]

SUI LY, LIU YF, HUANG HW, 2013. Geneticdiversity of red-fleshed kiwifruit germplasm based on fruit traits and AFLP markers[J]. Acta Hortic Sin, 40(5): 859-868. [岁立云，刘义飞，黄宏文，2013. 红肉猕猴桃种质资源果实性状及 AFLP 遗传多样性分析[J]. 园艺学报，40(5)：859-868.]

VANNESTE JL. 2017. The scientific, economic, and social impacts of the New Zealand outbreak of bacterial canker of kiwifruit (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*)[J]. Annu Rev Phytopathol, 55(1）: 377-399.

WANG FM, LI JW, YE KY, et al., 2017. Comparative analysis on the genetic diversity of 41 *Vitis* germplasm resources by ISSR and SCoT molecular markers[J]. Guihaia, 37(1) :1－8. [王发明，李洁维，叶开玉，等，2017. 41 份葡萄种质遗传多样 ISSR 和 SCoT 对比分析[J]. 广西植物，37(1)：1-8.]

XIE M, WU YJ, JIANG GH, et al., 2008. A new big fruit *Actinidia eriantha* benth cultivar ‘White’[J]. Acta Hortic Sin, (10): 1555-1561. [谢鸣，吴延军，蒋桂华，等，2008. 大果毛花猕猴桃新品种‘华特’[J]. 园艺学报，(10)：1555-1561.]

XIE Y, XIA H, LIANG D, et al., 2018. Genetic diversity analysis of 25 *Actinidia* materials and the establishment of DNA fingerprint[J]. Mol Plant Breed, 16(15): 5001-5007. [谢玥，夏惠，梁东，等，2018. 25 个猕猴桃材料遗传多样性分析及 DNA 指纹图谱的建立[J]. 分子植物育种，16(15)：5001-5007.]

XIONG FQ, TANG RH, CHEN ZL, et al., 2009. SCoT: A novel gene targeted marker technique based on the translation start codon[J]. Mol Plant Breed, 7(3): 635-638. [熊发前，唐荣华，陈忠良，等，2009. 目标起始密码子多态性(SCoT)：一种基于翻译起始位点的目的基因标记新技术[J]. 分子植物育种，7(3)：635-638.]

YU JY, LIU ZD, YAO CH, et al., 2015. A new kiwifruit cultivar ‘Qihong’ [J]. Acta Hortic Sin, 7(42): 1409-1410. [郁俊谊，刘占德，姚春潮，等，2015. 猕猴桃新品种‘脐红’，园艺学报[J]. 7(42)：1409-1410.]

ZHUANG AS, HAN CP, QI XJ, et al., 2017. Genetic diversity analysis and fingerprinting construction of cultivars of Actinidia spp based on ISSR marker[J]. J Plant Genet Resour, 26(3): 19-26. [张安世，韩臣鹏，齐秀娟，等，2017. 基于 ISSR 标记的猕猴桃品种遗传多样性分析及指纹图谱构建[J]. 植物资源与环境学报，26(3)：19-26.]

ZHANG AS, SI QL, QI XJ, et al., 2018. Genetic diversity and fingerprints of *Actinidia* germplasm resource based on SRAP markers[J]. J Agr Sci 34(1): 138-144. [张安世，司清亮，齐秀娟，等，2018. 猕猴桃种质资源的 SRAP 遗传多样性分析及指纹图谱构建[J]. 江苏农业学报，34(1)：138-144.]
ZHANG H, ZHANG SX, WU SH, et al., 2018. Genetic diversity of 33 kiwifruit germplasms based on AFLP markers[J]. J Biol, 35(2): 29-33. [张慧，张世鑫，吴绍华，等，2018. 猕猴桃属 33 份种质资源的 AFLP 遗传多样性分析[J]. 生物学杂志，35(2)：29-33.]
ZHONG CH, HAN F, LI DW, et al., 2016. Breeding of red-fleshed kiwifruit cultivar ‘Donghong’ [J]. J Fruit Sci, 33(12): 1596-1599. [钟彩虹，韩飞，李大卫，等，2016. 红心猕猴桃新品种‘东红’的选育[J]. 果树学报，33(12)：1596-1599.]
ZHONG CH, WANG ZY, BU FW, 2005. Breeding of a new variety of red-fleshed kiwifruit: Chuhong[J]. Chin Fruits, (2): 58-59. [钟彩虹，王中炎，卜范文，2005.猕猴桃红心新品种楚红的选育[J]. 中国果树，(2): 58-59.]
ZHU LW, DING SL, WANG MC, et al., 2001. ‘Wancui’— A new variety of *Actinidia deliciosa*[J]. Acta Hortic Sin, (1): 86-94. [朱立武，丁士林，王谋才，等，2001. 美味猕猴桃新品种‘皖翠’，园艺学报[J]. (1)：86-94.]